

KRZYSZTOF MISIEWICZ

Institut d'Archéologie, Université de Varsovie  
kmisiewicz@uw.edu.pl

JAMEL HAJJI

Institut National du Patrimoine, Tunisie  
jamelhajji@hotmail.fr

TOMASZ WALISZEWSKI

Institut d'Archéologie, Université de Varsovie  
twaliszewski@uw.edu.pl

PROSPECTIONS NON INVASIVES SUR LE SITE DE MUSTIS/MUSTI (EL KRIB) EN TUNISIE

ABSTRACT

NON-INVASIVE PROSPECTIONS ON THE MUSTIS/MUSTI (EL KRIB) SITE IN TUNISIA

The objective of the first step of the non-invasive survey carried out on the Mustis site described herein was to verify the possibility of locating archaeological remains and to detect the location of the supposed remains by geophysical measurements (magnetic and electric methods). Magnetic measurements were made with Geometrics G-858 Cesium magnetometer with two probes located on the same horizontal level at 0.5 m distance or on the same vertical level at 0.5 m and 0.75 m above the ground level. The instrument recorded the values of the total vector of the magnetic field strength and made it possible to calculate the pseudo-gradient of its components (horizontal or vertical). Electric measurements were made by means of axial dipole-dipole electrode configurations (parallel) with AB current electrodes with spacing of one metre and electrodes of potential MN (identical spacing) at equal distance D at 4 and 6 metres, which made it possible to record values of apparent resistivity of

the subsoil, with the penetration depth of the current of *c.* 2.0 and 3.5 m, respectively, below the current ground level. At the time of the data interpretation, the suspected locations of the remains causing the anomalies were indicated by means of dashes of different colours and thicknesses (depending on the assumed depth of the structures). These indications, transferred on maps, can serve as a starting point for extensive analyses of the entire site and its surrounding area. The first non-invasive surveys carried out in Mustis have demonstrated the usefulness of magnetic and electric methods in mapping the preserved remains both inside and around the city. The obtained results enabled elaborating a strategy for the work to come. It is quite probable that the magnetic method will prove capable of indicating places where vestiges of constructions are preserved, while the electric method will determine the depth and conditions of deposition of localised structures.

**Keywords:** archaeology, Tunisia, Mustis, non-invasive surveys, geophysical measurements, aerial photography, topographic measurements (archéologie, Tunisie, Mustis, prospection non invasive, prospection géophysique, photographie aérienne, levés topographiques)

La recherche du site archéologique de Mustis est menée par le Centre Polonais d'Archéologie Méditerranéenne et l'Institut d'Archéologie de l'Université de Varsovie dans le cadre de l'accord scientifique signé en 2016 et 2019 (pour une durée de trois ans avec possibilité d'extension)

entre l'Institut National du Patrimoine de Tunis représenté par le directeur N. Kallala et F. Mahfoudh, et l'Université de Varsovie représentée par le recteur M. Palys. L'accord prévoit la possibilité de mener des recherches archéologiques interdisciplinaires en Tunisie.

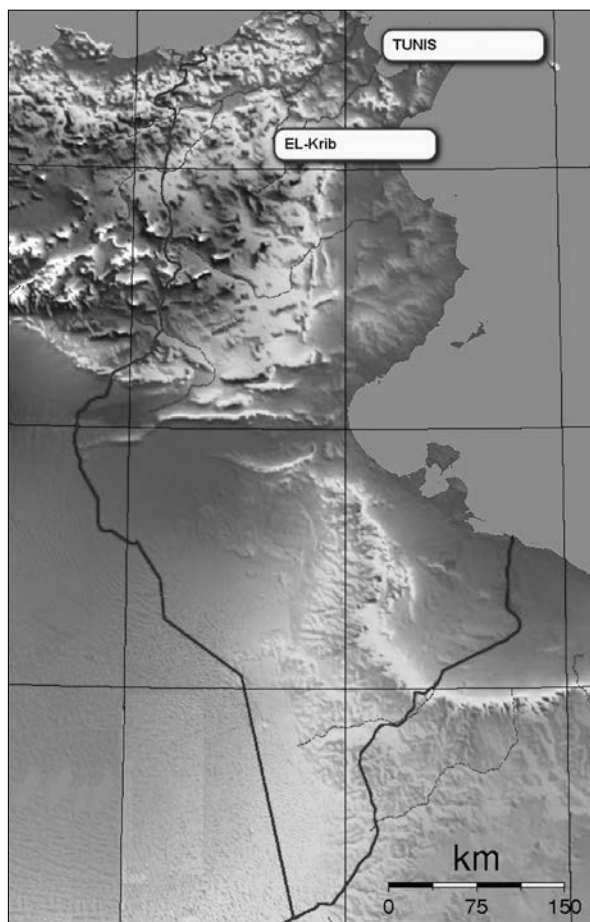


Fig. 1. Localisation de la ville moderne d'El Krib (ancienne Mustis) sur la carte de la Tunisie (élaboration K. Misiewicz).

Fig. 1. Location of the modern city of El Krib (former Mustis) on the map of Tunisia (elaboration K. Misiewicz).

Ce n'est pas la première activité polonaise en Tunisie. Il convient de mentionner ici les études menées à Carthage (à l'initiative de l'UNESCO) au début des années 70 du siècle dernier par une équipe de géophysiciens dirigée par le dr. J. Przeniosło avec la participation notamment des professeurs J. Kolendo et J. Wielowiejski.<sup>1</sup>

Le site archéologique de Mustis, aujourd'hui Henchir Mest, est situé à 120 km au sud-ouest de la capitale tunisienne Tunis (Fig. 1) dans la province de Siliana à la frontière de la ville moderne d'El Krib (environ 12 km seulement de l'un des plus grands sites de la province romaine appelée Dugga – Thugga). Il est situé dans une région fortement urbanisée à l'époque romaine, près de la principale artère reliant Carthage à Theveste. L'emplacement favorable le long d'une voie de

communication et de commerce très fréquentée, ainsi que sa position parmi les zones extrêmement fertiles de la culture du grain, de l'olivier et de la vigne ont influencé l'enrichissement très rapide de la ville, de la région et de ses habitants à partir du I<sup>er</sup> siècle jusqu'au III<sup>e</sup> siècle après J.C.

Ce centre urbain a été créé dans une région habitée par des tribus numides.<sup>2</sup> À la fin du II<sup>e</sup> siècle avant J.C. une colonie romaine a été établie ici, fondée et habitée probablement par des vétérans de l'armée romaine issus des rangs commandés par le général *Gaius Marius*.

Malgré des années de recherche et de nombreuses publications anciennes et contemporaines,<sup>3</sup> l'histoire de la ville et de la région est pratiquement inconnue ou reproduite de manière extrêmement fragmentaire et hypothétique. Le potentiel urbain de la ville à l'époque romaine est démontré par sa superficie de plus de 34 ha et ses nombreux édifices monumentaux visibles à la surface. Parmi eux: les temples de Pluton, Apollo et Cérès, les thermes romains, la citadelle byzantine (à la place de l'ancien forum), la basilique chrétienne, la place de la ville, une rue commerçante avec de nombreux magasins couverts et deux maisons romaines. À l'instar d'autres positions de l'Afrique procopienne, la crise de la ville était très probablement liée aux invasions puis à la présence de Vandales au V<sup>e</sup> siècle et au début du VI<sup>e</sup> siècle après J.-C. La présence arabe éphémère a duré jusqu'au XII<sup>e</sup> siècle et n'est confirmée que par des découvertes mineures.

Mustis est connu des voyageurs et des chercheurs européens depuis la fin du XIX<sup>e</sup> siècle. Une reconstruction partielle de quatre temples et d'une porte de la ville a été entreprise (des inscriptions attestent la présence d'au moins 11 temples païens). Des fragments de l'histoire de la ville sont connus principalement grâce aux études épigraphiques de découvertes locales d'inscriptions latines.<sup>4</sup>

L'objectif de cette première étape de la prospection non invasive réalisée sur le site de Mustis (dont les résultats sont présentés ci-dessous) fut de vérifier la possibilité de localiser des vestiges archéologiques et, dans l'affirmative, de détecter l'emplacement des supposés restes par mesures géophysiques (méthode magnétique et électrique).

## Méthodes adoptées

### Prospection magnétique

Les mesures magnétiques ont été réalisées avec le magnétomètre G-858 à césium du Geometrics avec deux sondes situées sur une même horizontale à 0,5 m

<sup>1</sup> Przeniosło *et al.* 1974.

<sup>2</sup> Ferchiou 1986.

<sup>3</sup> Ferchiou 1985; Schmidt 2008.

<sup>4</sup> Beschtaouch 1967; 1968.

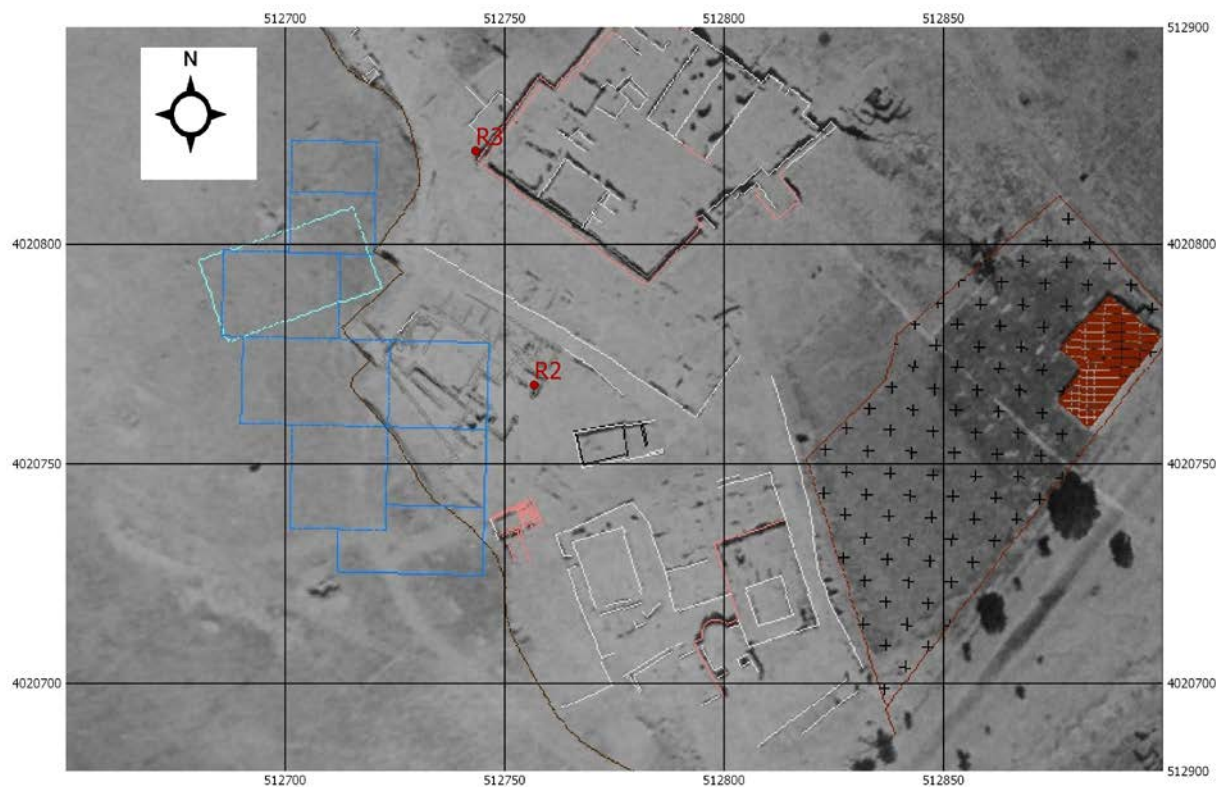


Fig. 2. Localisation du secteur ouest de la zone reconnue avec des carrés de mesure magnétique (élaboration P. Zakrzewski).

Fig. 2. Location of the western sector of the surveyed zone with squares of magnetic measurements (elaboration P. Zakrzewski).

de distance ou sur une même verticale à 0,5 m et 0,75 m au-dessus du niveau du sol. L'instrument enregistrait les valeurs de l'intensité du champ magnétique total et permettait de calculer le pseudo-gradient de ses composantes (horizontale ou verticale). Les mesures ont été effectuées dans le sens S-N suivant les profils tracés O-E situés à 1 m de distance sur l'axe N-S. Les résolutions spatiales ainsi obtenues étaient de  $0,25 \times 0,125$  m pour l'enregistrement de l'intensité totale du champ magnétique, de  $0,5 \times 0,125$  m pour le calcul de la composante horizontale et de  $1 \times 0,125$  m pour la composante verticale. Les mesures réalisées sur le terrain ont été traitées par le logiciel Mappmag 2000 et représentées au moyen du logiciel SURFER-14 sous forme de cartes d'anomalies et de modèles 3D de répartition des valeurs enregistrées.

#### Prospection électrique (mesures de résistivité)

Les mesures ont été effectuées au moyen des configurations d'électrodes dipôle-dipôle axial (parallèle) avec des électrodes de courant (d'alimentation) AB avec écartement d'un mètre et des électrodes de potentiel

MN (écartement identique) à la distance D égale à 4 et 6 mètres, ce qui a permis d'enregistrer des valeurs de résistivité apparente du sous-sol, avec la profondeur de pénétration du courant, respectivement, d'environ 2 et 3,5 m au-dessous du niveau actuel du sol.<sup>5</sup> Les résultats obtenus devaient fournir des données permettant de déterminer la profondeur, l'emplacement ainsi que l'état de conservation des structures pouvant être à l'origine des anomalies dans les paramètres physiques du sous-sol. Autrement dit, il fallait répondre à la question à quelle profondeur et dans quel contexte se trouvaient les supposés vestiges. Le relevé des valeurs de résistivité apparente du sous-sol a été réalisé au moyen de l'appareil à courant alternatif ELMES ADA-17.<sup>6</sup>

#### Localisation des zones d'étude

La localisation de tous les secteurs étudiés a été déterminée par rapport à 5 points de repère établis dans l'enceinte du site par les services géodésiques tunisiens par GPS RTK et définis dans les coordonnées UTM

<sup>5</sup> Hesse 1978, 11.

<sup>6</sup> Misiewicz *et al.* 1998.



Fig. 3. Localisation de la grille géodésique sur fond de plan de situation (élaboration P. Zakrzewski).

Fig. 3. Location of the geodetic grid on the background of a situation plan (elaboration P. Zakrzewski).

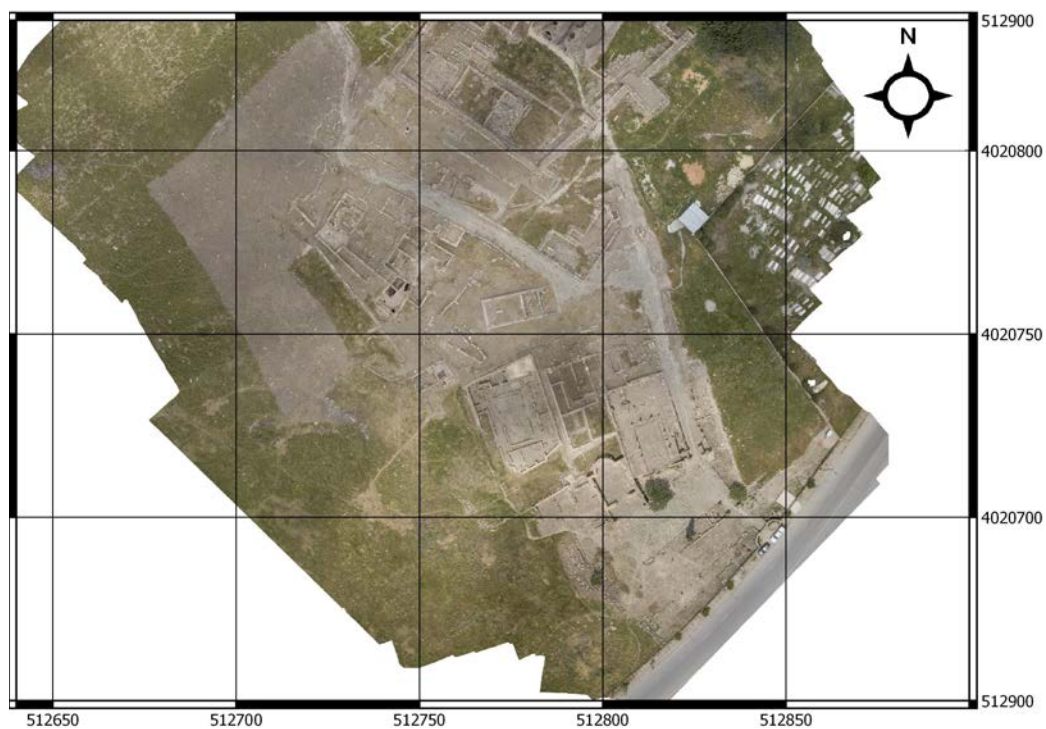


Fig. 4. Orthophotocarte avec des structures archéologiques visibles sur la surface (élaboration K. Misiewicz, photo aérienne O. Bagi).

Fig. 4. Orthophotomap with archaeological structures visible on the surface (elaboration K. Misiewicz, aerial photography O. Bagi).



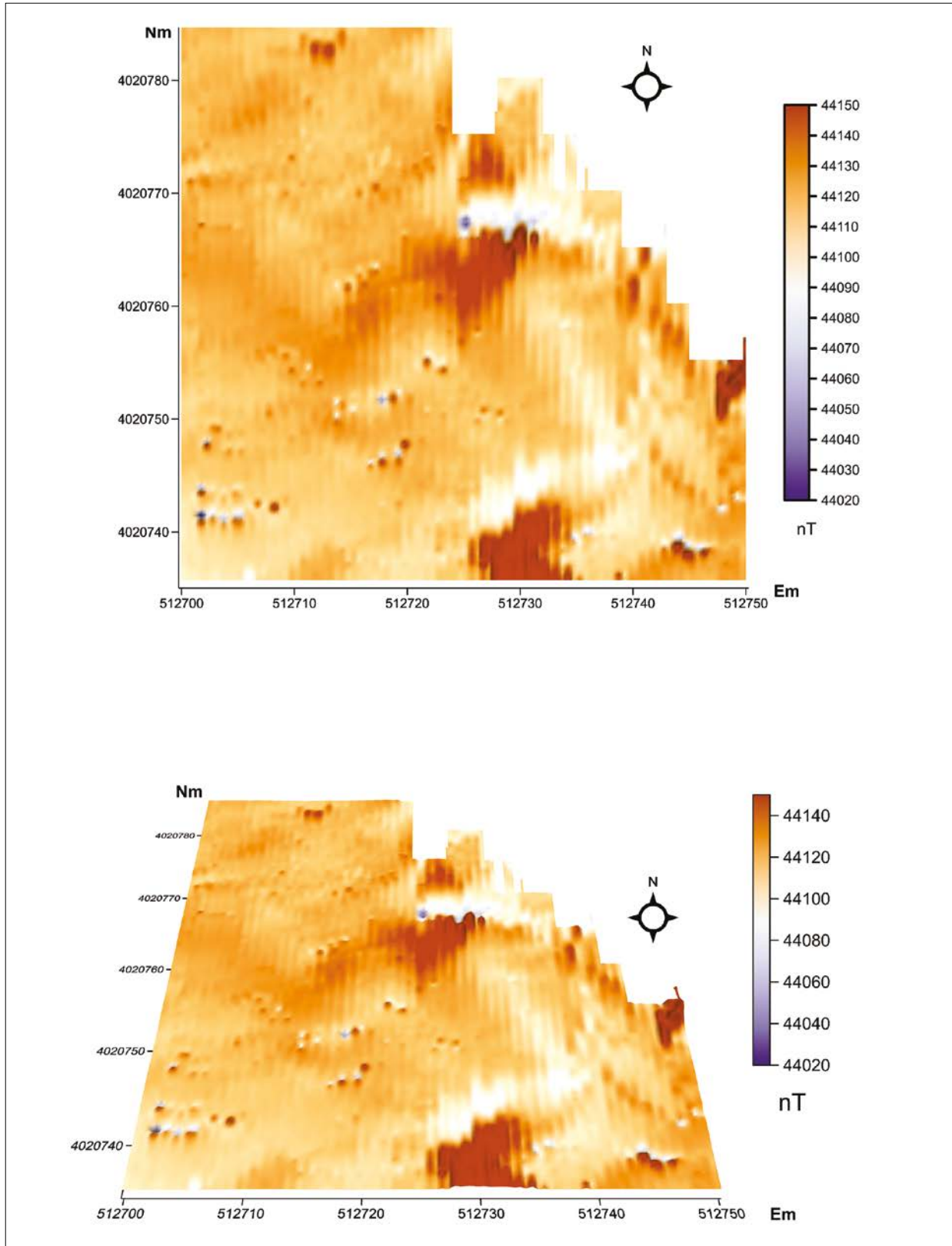


Fig. 5. Carte de l'intensité (en haut) et modèle pseudo 3D (en bas) du champ magnétique total dans la fourchette de 44 020 à 44 150 nT par couleurs graduées (secteur nord du terrain étudié) (élaboration K. Misiewicz).

Fig. 5. Map (top) and a pseudo 3D model (bottom) of the total magnetic field intensity in the range of 44 020 to 44 150 nT by graduated colour (northern sector of the surveyed area) (elaboration K. Misiewicz).

zone 32 S (IGNF : 32SW84). Deux points de mesure sont indiqués sur la Fig. 2. Dans les travaux ultérieurs, comme fond de carte furent utilisés le plan géodésique des structures conservées réalisé à partir des relevés tachymétriques directs (Fig. 3) et, en dernière étape, l'orthophotocarte (Fig. 4).

## Résultats des mesures

### Prospection magnétique

Les mesures magnétiques ont permis d'enregistrer les variations de l'intensité du champ magnétique total oscillant entre 44 020 et 44 156 nT, tandis que les valeurs calculées du pseudo-gradient de la composante horizontale HzG du champ magnétique variaient de -90 à +83 nT/m. Ces résultats ont été présentés sous forme de graphiques et de modèles pseudo 3D (Fig. 5) de répartition des valeurs mesurées.

Compte tenu des faibles variations de l'intensité du champ magnétique total enregistrées ainsi que de la trop haute résolution spatiale des mesures ( $0,25 \times 0,125$  m) entraînant l'apparition d'autres anomalies le long des profils, il a été décidé de présenter les résultats sous forme de cartes et de modèles pseudo 3D (Fig. 6) d'anomalie du pseudo-gradient de la composante horizontale de l'intensité du champ magnétique total.

A l'étape suivante des travaux, il était question de choisir la meilleure façon de représenter graphiquement les résultats des mesures. Après réflexion, il a été convenu que la présentation en deux couleurs – où la couleur bleue correspondait aux plus faibles valeurs enregistrées et la couleur rouge aux valeurs les plus fortes – permettrait de déterminer le caractère des anomalies repérées et d'identifier d'emblée et sans équivoque les altérations liées à des processus d'aimantation résiduelle acquise conséquente à l'exposition aux températures élevées. Il s'agit d'un moyen rapide d'identification de dépôts d'objets métalliques, de structures en brique cuite, de concentrations de céramiques, mais aussi d'amas de déchets modernes et contemporains ou de foyers en surface.<sup>7</sup> Il s'est avéré que l'échelle adoptée était efficace en cas d'identification des sources d'anomalies, mais elle pouvait ne pas rendre compte des changements occasionnés par des vestiges archéologiques recherchés. Vu cette circonstance, une série d'essais a été réalisée mettant à l'épreuve des échelles des gris et des échelles monochromatiques. Les figures 7 et 8 illustrent les résultats de ces tests. Au terme de ces expériences, il est apparu qu'il était tout à fait possible de décrypter les anomalies causées par les vestiges de constructions en faisant appel à des échelles

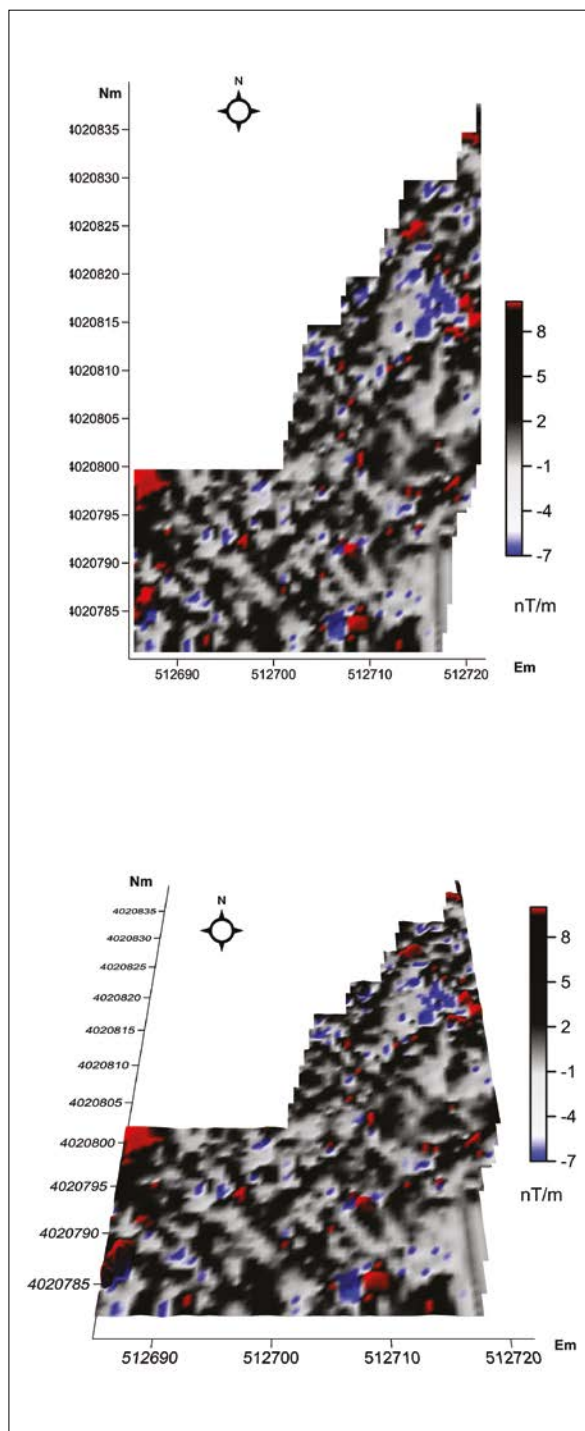


Fig. 6. Carte d'anomalie (sur le dessus) et modèle pseudo 3D (en bas) d'anomalie du pseudo-gradient horizontal de l'intensité du champ magnétique total (élaboration K. Misiewicz).

Fig. 6. Map (top) and a pseudo 3D model (bottom) of the disposition of values of the pseudo-gradient of the horizontal component of the total vector of magnetic field strength (elaboration K. Misiewicz).

<sup>7</sup> Breiner 1999.

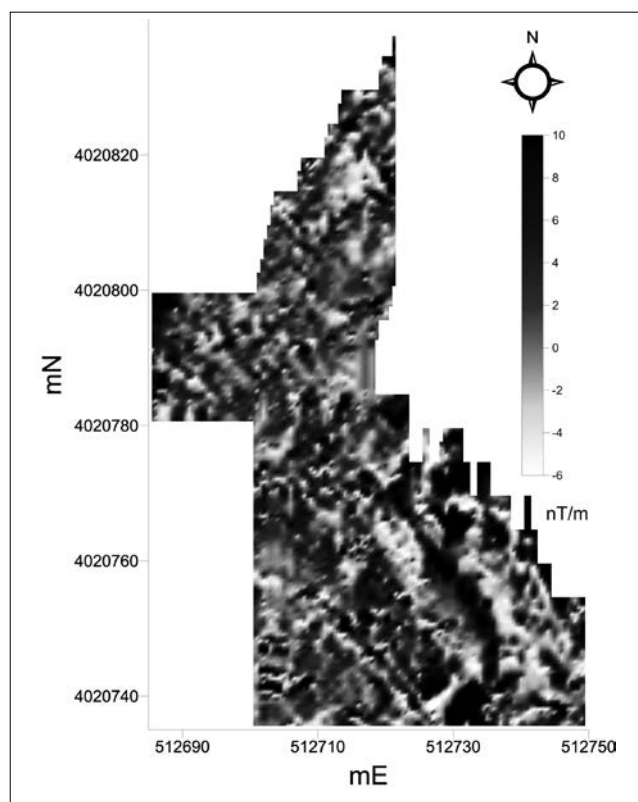


Fig. 7. Carte d'anomalie du pseudo-gradient de la composante horizontale de l'intensité du champ magnétique total dans la fourchette de -6 à +16 nT/m en échelle de gris (élaboration K. Misiewicz).

Fig. 7. Map of the disposition of values of the pseudo-gradient horizontal component of total of the total vector of magnetic field strength in the range of -6 to +16 nT/m in greyscale (elaboration K. Misiewicz).

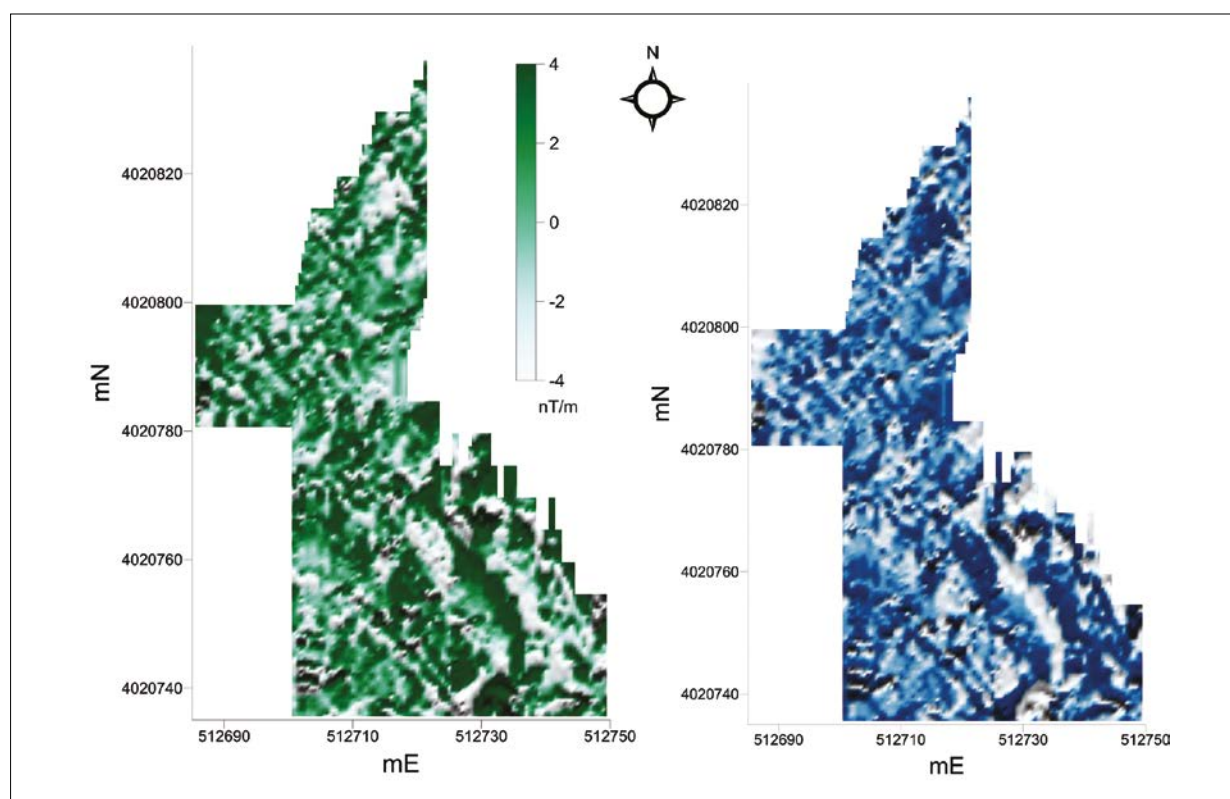


Fig. 8. Carte d'anomalie du pseudo-gradient de la composante horizontale de l'intensité du champ magnétique total par couleur bleue et couleur verte graduées (élaboration K. Misiewicz).

Fig. 8. Map of the disposition of values of the pseudo-gradient horizontal component of total of the total vector of magnetic field strength in graduated blue and green colour (elaboration K. Misiewicz).



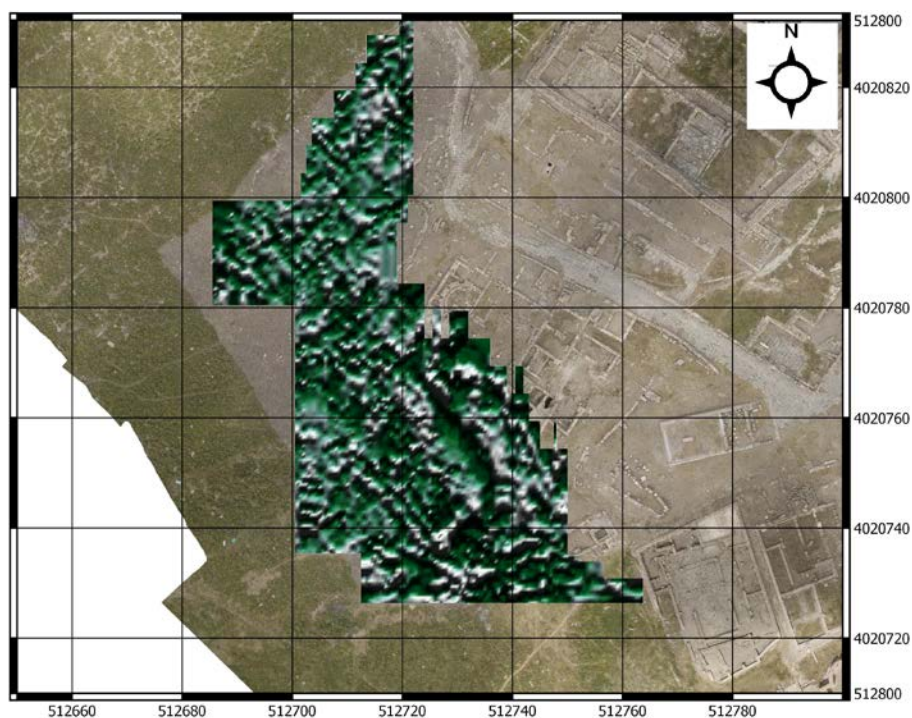


Fig. 9. Données intégrées de la prospection magnétique du secteur ouest du terrain étudié (élaboration K. Misiewicz, photo aérienne O. Bagi).

Fig. 9. Integrated magnetic survey data for the western sector of the surveyed area (elaboration K. Misiewicz, aerial photography O. Bagi).

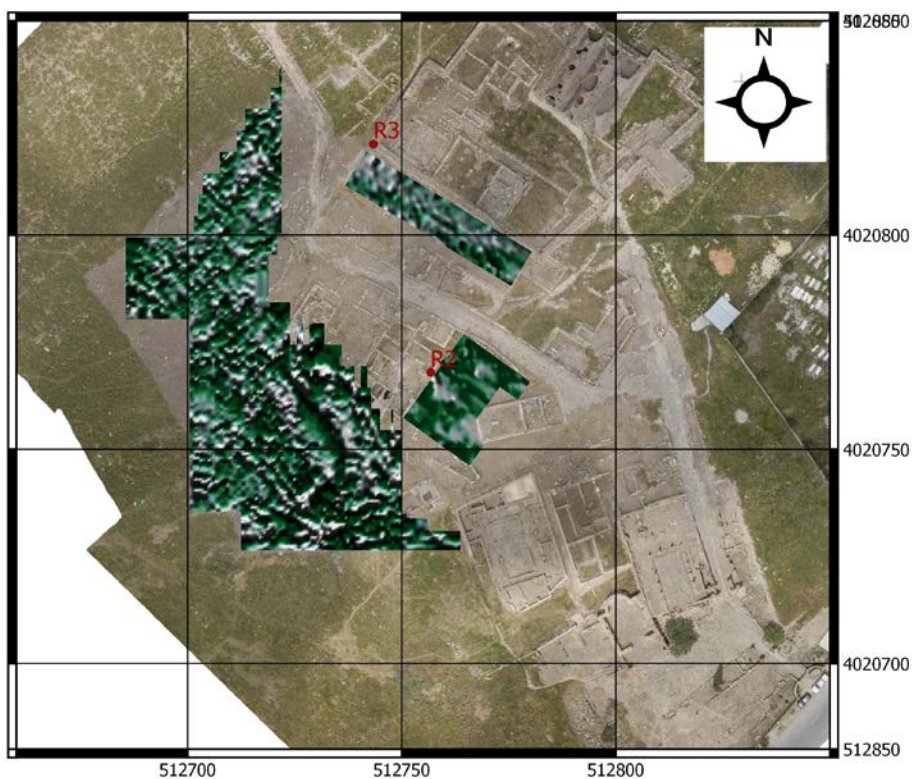


Fig. 10. Données intégrées issues des prospections magnétiques à l'intérieur de la ville (élaboration K. Misiewicz, photo aérienne O. Bagi).

Fig. 10. Integrated data from the magnetic surveys inside the city (elaboration K. Misiewicz, aerial photography O. Bagi).



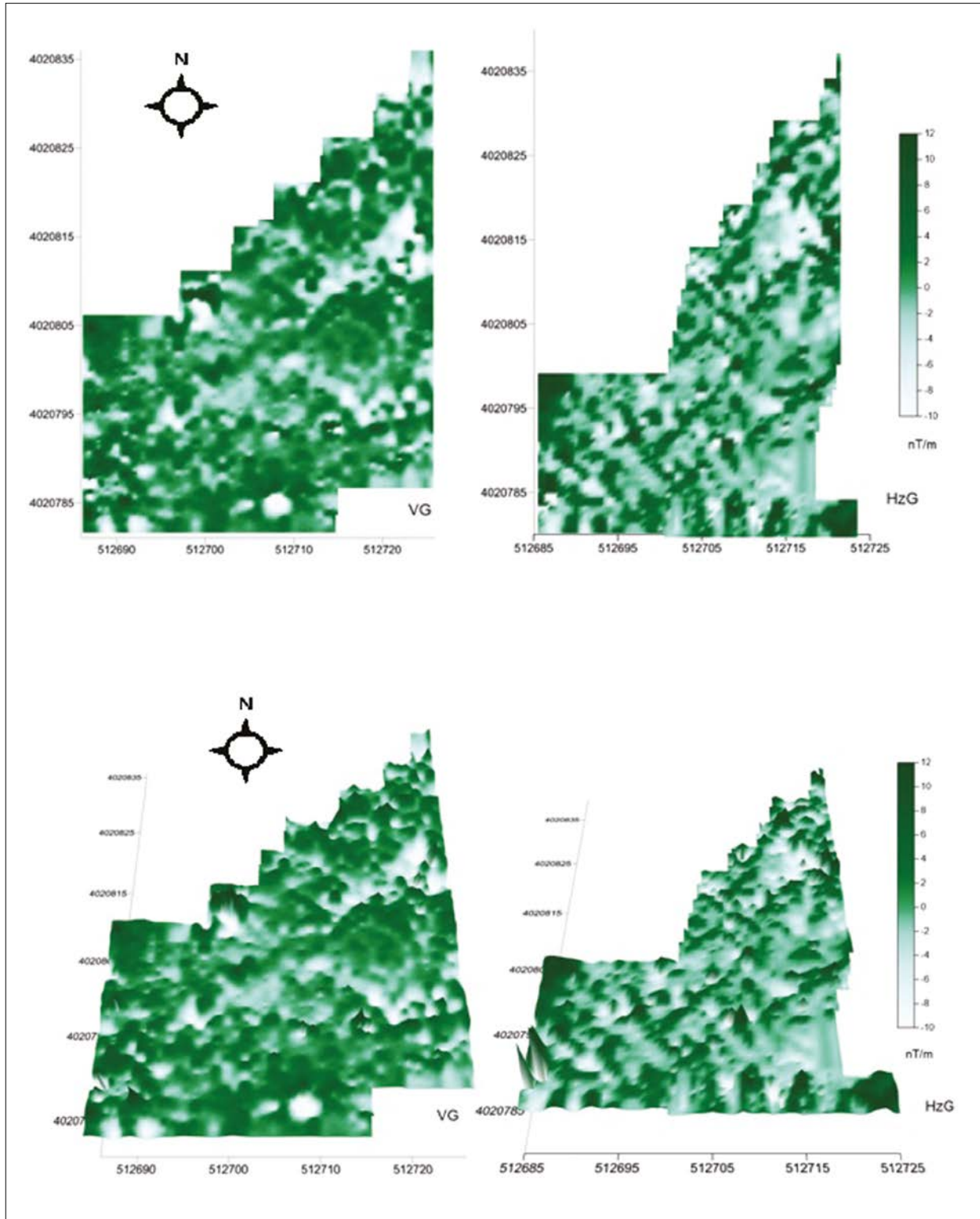


Fig. 11. Confrontation des résultats de la prospection magnétique obtenus avec des capteurs en configuration verticale (à gauche) et horizontale (à droite). Cartes de couleurs graduées (en haut) et modèles pseudo 3D (en bas) des composantes de l'intensité du champ magnétique total (élaboration K. Misiewicz).

Fig. 11. Confrontation of the magnetic prospecting results obtained with sensors in vertical (left) and horizontal (right) configuration. Graduated colour maps (top) and pseudo 3D models (bottom) of values of the components of the total vector of magnetic field strength (elaboration K. Misiewicz).

de différentes nuances de couleur bleue ou verte. C'est ce mode qui a été adopté dans l'élaboration des cartes d'intégration de données dans le système d'information géographique (ang. GIS) tant en ce qui concernait les prospections étendues effectuées dans le secteur ouest du terrain étudié (Fig. 9), que pour ce qui était des endroits accessibles dans l'enceinte des constructions déjà mises au jour et reconstruites (Fig. 10).

L'ultime étape des travaux consistait en des essais avec différents positionnements des capteurs du magnétomètre, ce qui permettait de calculer des valeurs du pseudo-gradient des composantes du vecteur du champ magnétique total – horizontale (position horizontale parallèle) ou verticale (position verticale avec hauteur variable des capteurs au-dessus du niveau du sol et distance variable entre les capteurs). Des essais effectués dans différentes conditions ont permis de constater que les mesures les plus stables avaient été obtenues en positionnement horizontal avec des capteurs espacés de 0,5 m sur des profils tracés tous les mètres et en positionnement vertical avec des capteurs situés à 0,5 m au-dessus du niveau du sol et espacés d'un mètre. Afin de comparer la lisibilité des résultats, d'autres mesures ont été réalisées dans la partie nord du secteur situé à l'ouest de la basilique chrétienne. Les données issues de cette prospection ont été traitées avec la même résolution spatiale et l'application de la même échelle des couleurs que les

données issues des prospections précédentes. La confrontation des résultats est illustrée par la Fig. 11. A l'analyse des cartes et des modèles 3D de répartition des valeurs des pseudo-gradients de la composante horizontale et verticale de l'intensité du champ magnétique total il apparaît nettement que l'image la plus lisible d'anomalies est obtenue avec des capteurs en positionnement horizontal. C'est pourquoi, il est recommandé d'utiliser ce type de dispositif pour la prospection de l'ensemble du site.

### Prospection électrique

Les prospections électriques ont été effectuées aussi bien dans les secteurs préalablement préparés pour la prospection géophysique qu'à des endroits restreints à l'intérieur de la zone des structures déjà dégagées (sur l'emplacement de la « maison romaine », à l'intérieur et à l'extérieur de la forteresse byzantine, dans la portion sud de la voie dans l'axe formé par les deux arcs de triomphe existants, entre les temples sur l'emplacement présumé du forum) (Fig. 12).

Les mesures au moyen d'un dispositif dipolaire parallèle, avec des électrodes de courant AB et des électrodes de potentiel MN espacées d'un mètre et les distances D égales à 4 et 6 mètres, ont été réalisées dans le sens O-E suivant les profils tracés S-N situés à 1 m de distance. Les valeurs de la résistivité apparente obtenues étaient de 35 à 120 ohm-m pour  $D = 4$  m (Fig. 13) et de 30 à 175

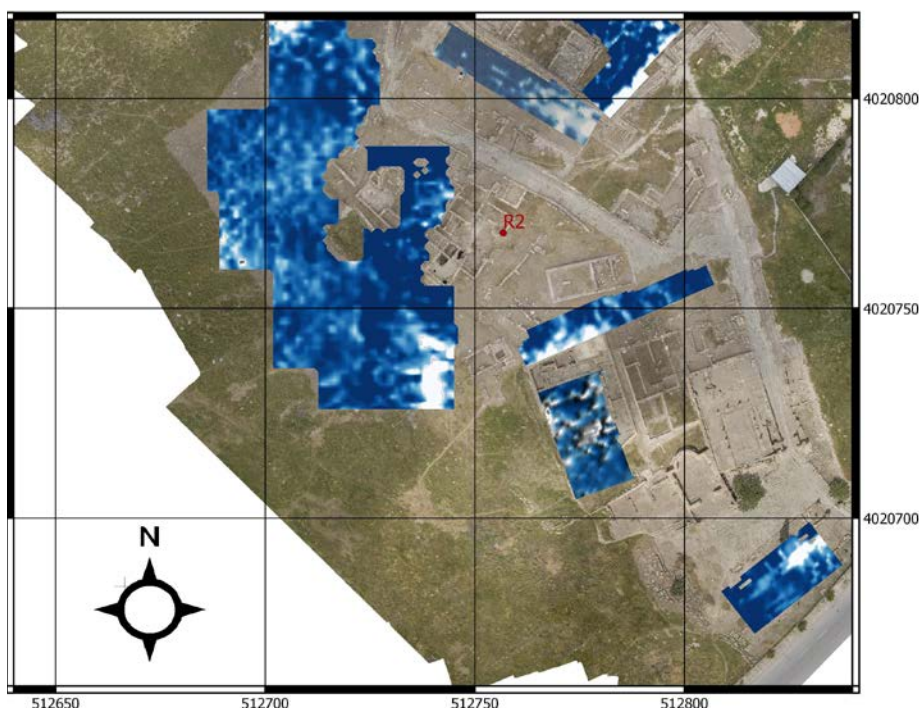


Fig. 12. Localisation des prospections électriques (élaboration K. Misiewicz, photo aérienne O. Bagi).

Fig. 12. Location of the electrical surveys (elaboration K. Misiewicz, aerial photography O. Bagi).

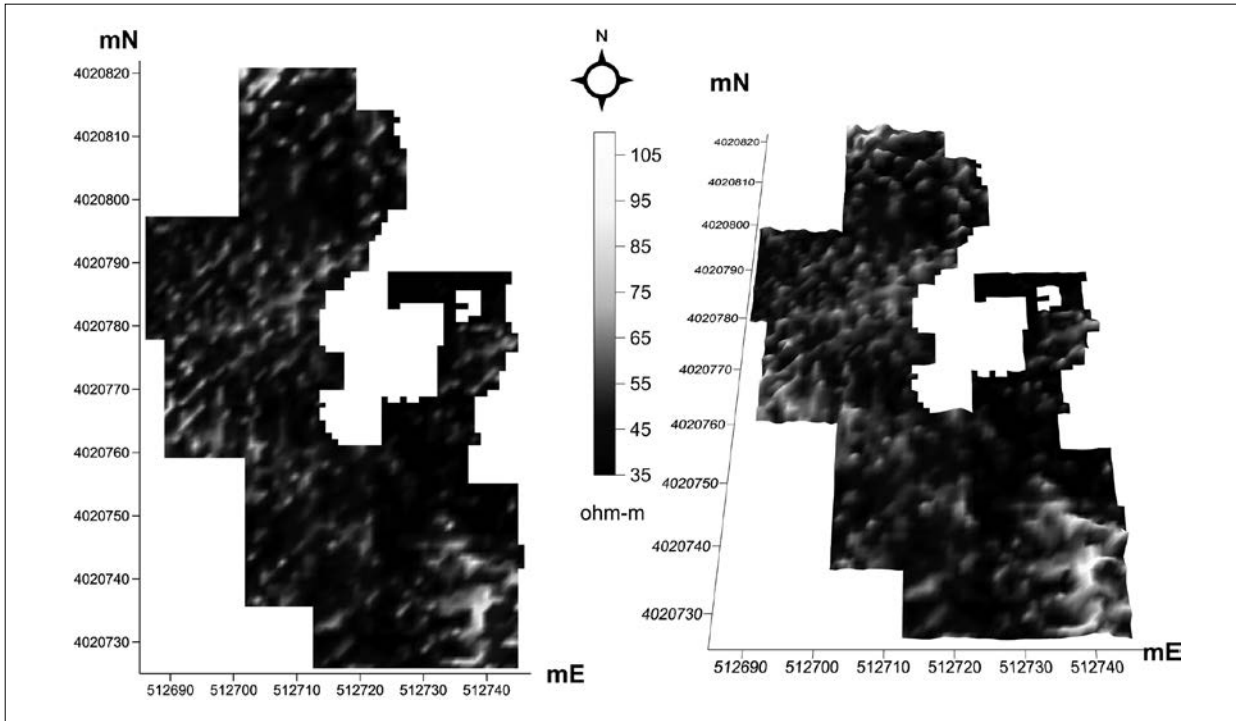


Fig. 13. Carte et modèle pseudo 3D des valeurs de la resistivité apparente enregistrées dans le secteur ouest du terrain prospecté. Dispositif dipolaire parallèle (linéaire) AB, MN = 1 m, D = 4 m, échelle de gris (élaboration K. Misiewicz).

Fig. 13. Map and a pseudo 3D model of the disposition of the apparent resistivity values recorded in the western sector of the prospected terrain. Parallel dipole-dipole array (linear) AB, MN = 1 m, D = 4 m, greyscale (elaboration K. Misiewicz).

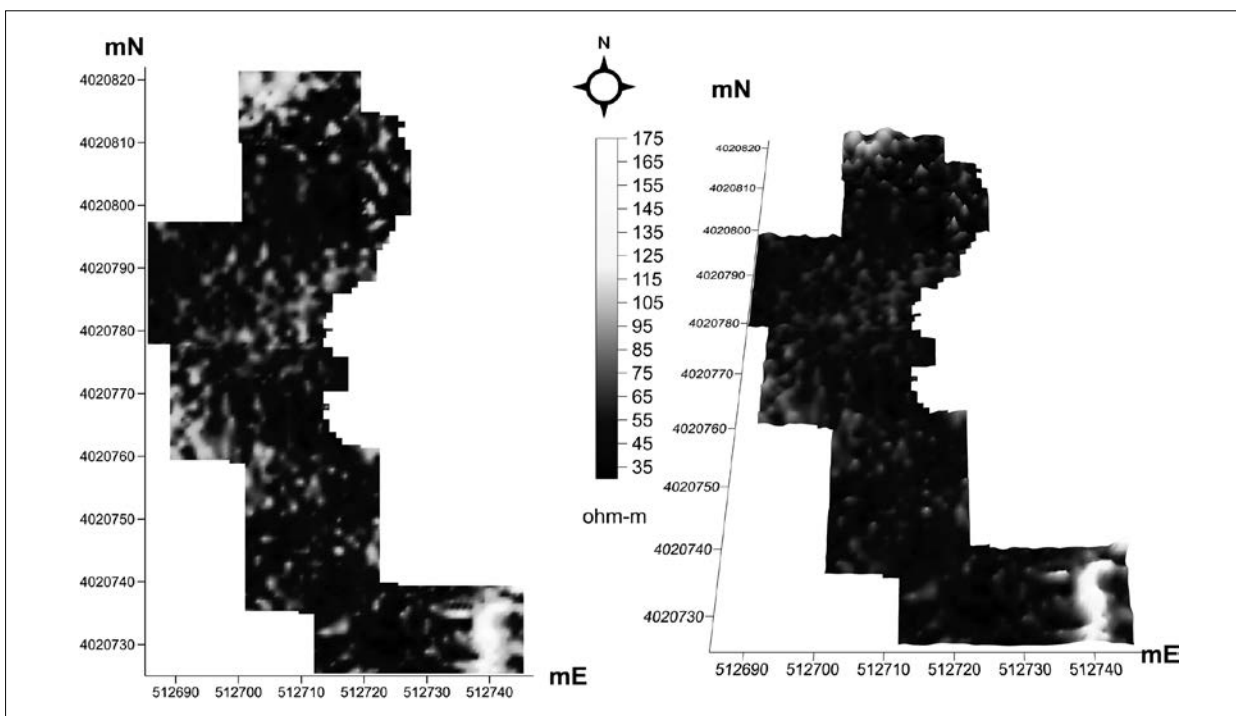


Fig. 14. Carte et modèle pseudo 3D des valeurs de la resistivité apparente enregistrées dans le secteur ouest du terrain prospecté. Dispositif dipolaire parallèle (linéaire) AB, MN = 1 m, D = 6 m, échelle de gris (élaboration K. Misiewicz).

Fig. 14. Map and a pseudo 3D model of the disposition of the apparent resistivity values recorded in the western sector of the prospected terrain. Parallel dipole-dipole array (linear) AB, MN = 1 m, D = 6 m, greyscale (elaboration K. Misiewicz).

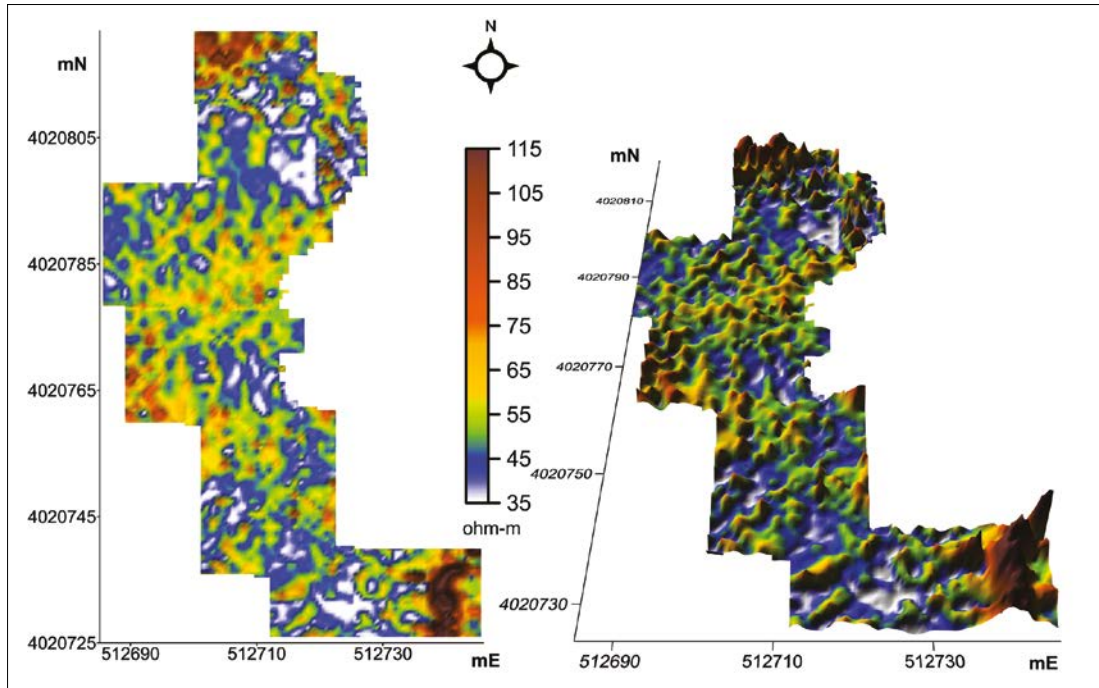


Fig. 15. Carte et modèle pseudo 3D des valeurs de la résistivité apparente enregistrées dans le secteur ouest du terrain prospecté. Dispositif dipolaire parallèle (linéaire) AB, MN = 1 m, D = 4 m, échelle des couleurs (élaboration K. Misiewicz).

Fig. 15. Map and a pseudo 3D model of the disposition of the apparent resistivity values recorded in the western sector of the prospected terrain. Parallel dipole-dipole array (linear) AB, MN = 1 m, D = 4 m, colour scale (elaboration K. Misiewicz).

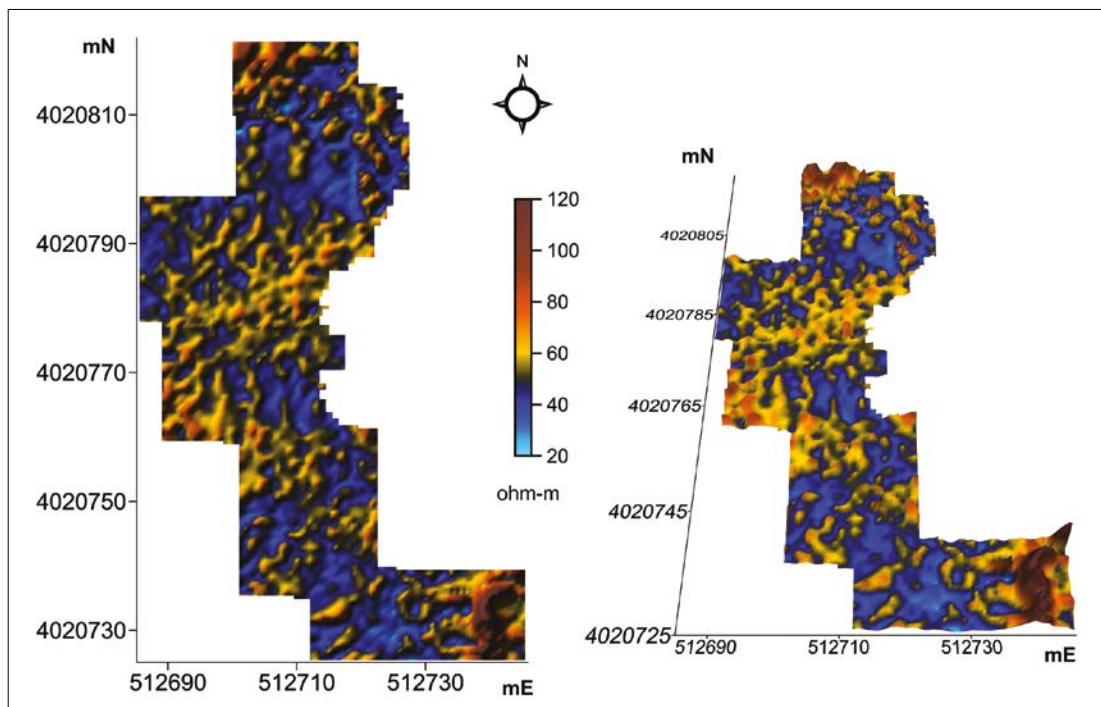


Fig. 16. Carte et modèle pseudo 3D des valeurs de la résistivité apparente enregistrées dans le secteur ouest du terrain prospecté. Dispositif dipolaire parallèle (linéaire) AB, MN = 1 m, D = 6 m, échelle des couleurs (élaboration K. Misiewicz).

Fig. 16. Map and a pseudo 3D model of the disposition of the apparent resistivity values recorded in the western sector of the prospected terrain. Parallel dipole-dipole array (linear) AB, MN = 1 m, D = 6 m, colour scale (elaboration K. Misiewicz).



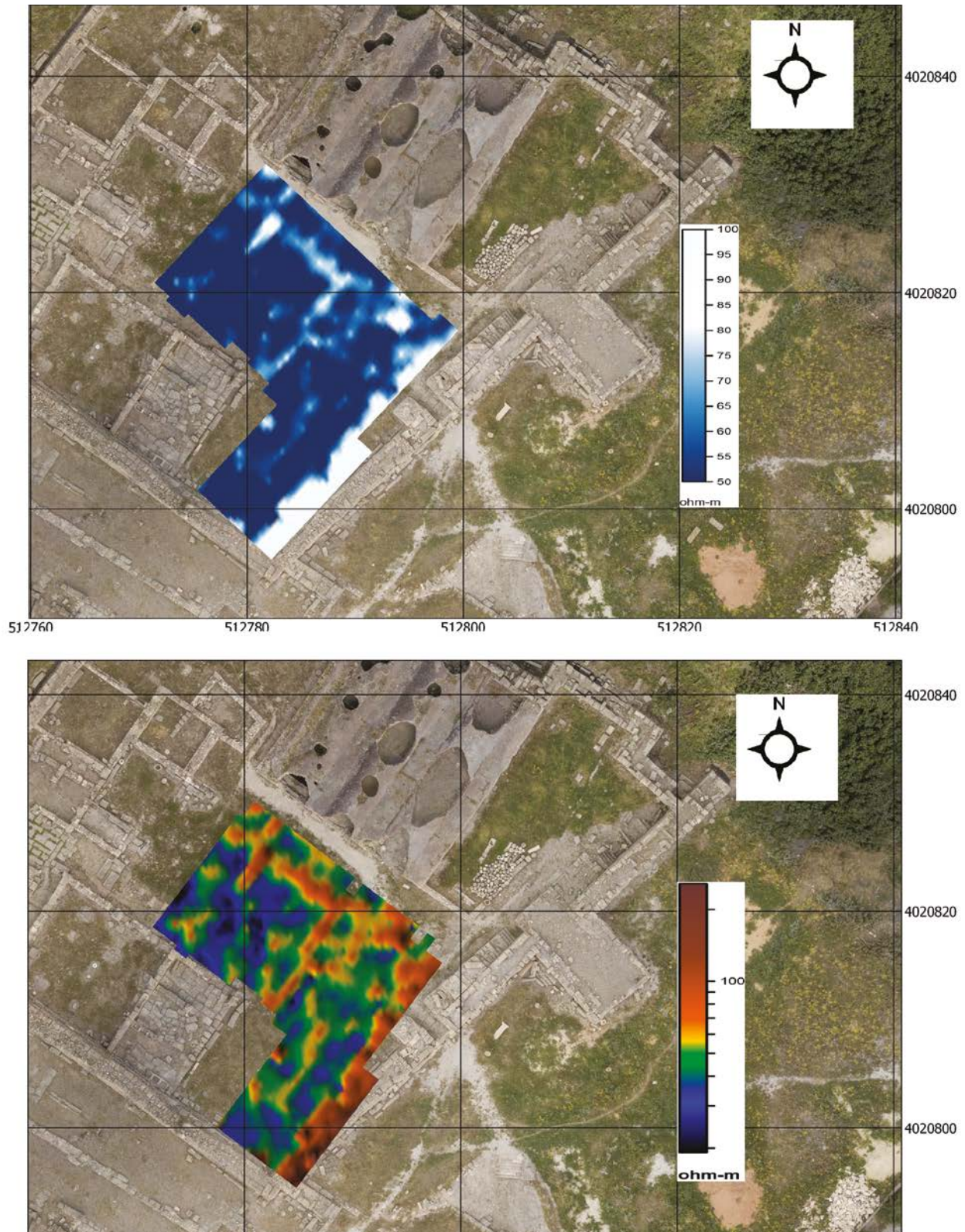


Fig. 17. Cartes des valeurs de la résistivité apparente du sous-sol mesurée à l'aide d'un dispositif dipolaire parallèle  $D = 6$  m dans les nuances de bleu (en haut) et en échelle des couleurs (en bas), dans la fourchette 50-100 ohm-m (élaboration K. Misiewicz, photo aérienne O. Bagi).

Fig. 17. Maps of the apparent resistivity values of the subsoil measured using a parallel dipolar array  $D = 6$  m in the shades of blue (top) and a colour scale (bottom), in the range 50–100 ohm-m (elaboration K. Misiewicz, aerial photography O. Bagi).



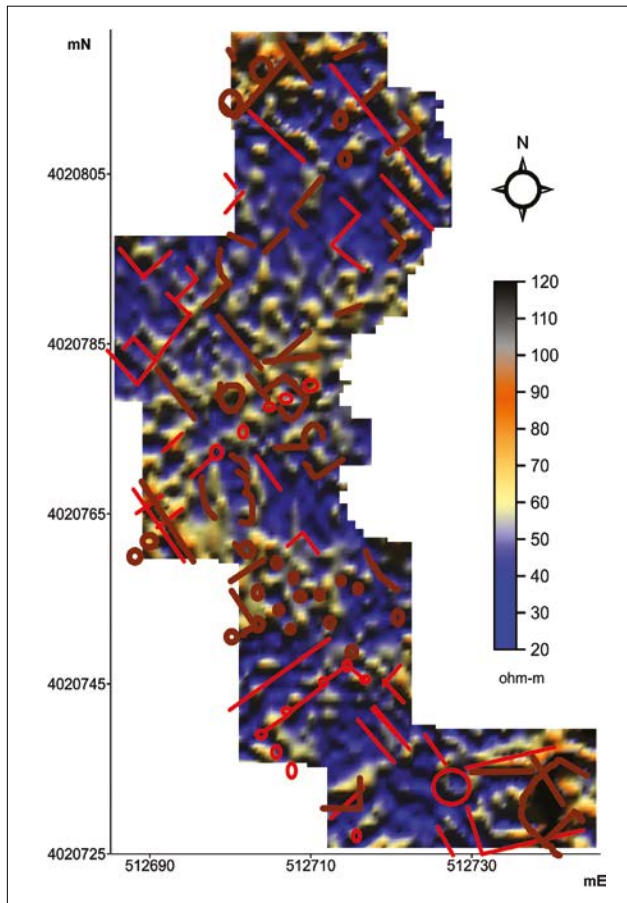


Fig. 18. Résultats de la prospection électrique avec dispositif dipolaire parallèle (linéaire) AB, MN = 1 m, D = 6 m, échelle des couleurs. Carte d'interprétation. Les anomalies causées par des structures situées près de la surface sont marquées de couleur marron. Les anomalies causées par des résidus plus profonds sont marquées en rouge (élaboration K. Misiewicz).

Fig. 18. Results of the electrical survey with parallel dipole-dipole array (linear) AB, MN = 1 m, D = 6 m, colour scale. Interpretations. Anomalies caused by structures near the surface are marked in brown. Anomalies caused by deeper residues are marked in red (elaboration K. Misiewicz).

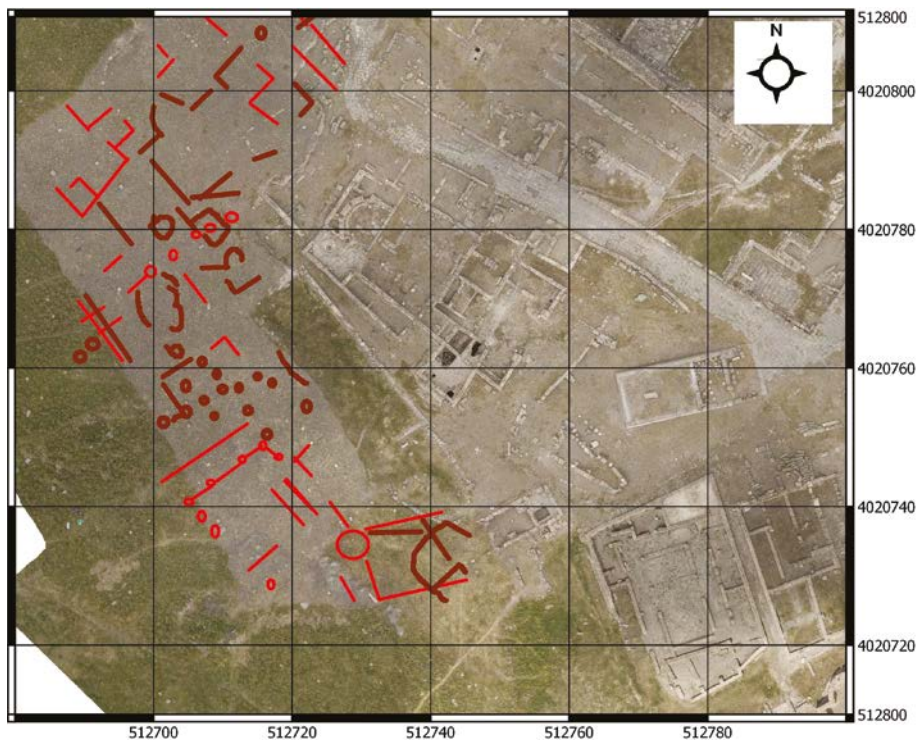


Fig. 19. Interprétation préliminaire des résultats des prospections électriques (élaboration K. Misiewicz, photo aérienne O. Bagi).

Fig. 19. Preliminary interpretation of the electrical survey results (elaboration K. Misiewicz, aerial photography O. Bagi).

ohm-m pour  $D = 6$  m (Fig. 14). Aussi bien les cartes que les modèles pseudo 3D des valeurs de la résistivité apparente élaborés à partir des résultats obtenus font apparaître d'étroites anomalies à angles droits, formant des structures linéaires sur d'importantes étendues. Il s'agit là d'une image typique des variations de résistivité électrique générées par les vestiges de constructions à l'intérieur de la ville, situés dans des séquences de plusieurs couches à différentes profondeurs. Leur agencement devient mieux lisible avec l'augmentation de la profondeur du sondage (cf. Fig. 15 et 16) et avec le recours aux échelles des couleurs pour la représentation graphique des résultats (Fig. 17). C'est ce qui a prévalu sur le choix des cartes de couleur dans l'interprétation des résultats des prospections (Fig. 18).

Au moment de l'interprétation des données, les emplacements présumés des vestiges étant à l'origine des anomalies ont été indiqués au moyen de traits de différentes couleurs et épaisseurs (en fonction de la profondeur supposée des structures). Ces indications transférées sur des cartes (Fig. 19) peuvent servir de points de départ à des analyses étendues sur l'ensemble du site et ses proches alentours.

## Conclusions

Les premières prospections non invasives réalisées sur le site de Mustis ont démontré l'utilité des méthodes magnétique et électrique dans l'élaboration de la cartographie des vestiges préservés tant à l'intérieur de la ville qu'à ses abords. Les résultats obtenus ont permis d'élaborer la stratégie des travaux à venir. Il est tout à fait probable que la méthode magnétique permettra d'indiquer les endroits où se trouvent des vestiges de constructions. D'autant qu'il est désormais prouvé que le

meilleur instrument pour la prospection magnétique est le magnétomètre à césium avec deux capteurs en position horizontale et que la résolution de mesures devrait être de  $0,5 \times 0,125$  m pour la mesure de l'intensité totale du champ magnétique et de  $1 \times 0,125$  m pour le pseudo-gradient de sa composante horizontale.

Il est recommandé que les résultats des mesures magnétiques soient corroborés par des mesures électriques avec l'enregistrement des valeurs de résistivité apparente du sous-sol au moyen d'un dispositif dipolaire parallèle avec écartement des électrodes de mesure MN et des électrodes de courant AB = 1 m et la distance entre elles  $D = 6$  m. Dans les conditions géologiques du site, un tel dispositif devrait permettre de détecter des couches situées à une profondeur d'environ 3–4 m à partir du niveau actuel du sol, sans enregistrer des anomalies causées par le substrat rocheux vierge.

Le fond topographique pourrait être constitué à partir de clichés aériens de l'ensemble de la ville ainsi que de ses proches alentours. Il est nécessaire de donner à ces clichés la forme d'une orthophotocarte tenant compte des mesures topographiques recueillies par GPS RTK, ce qui permettra de réaliser un modèle 3D en haute résolution du relief.

Il convient en outre d'élaborer une méthodologie qui ferait appel à des techniques de géoradar et/ou à des prospections sismiques par réfraction permettant de localiser des structures vides (citernes publiques ou citernes dans les zones d'habitat particulier) ou encore à des prospections utilisant la tomographie par résistance électrique ERT qui permettent de recueillir des informations concernant la stratification en cas de constructions à plusieurs niveaux.

*Traduction de Katarzyna Bartkiewicz*

## Bibliographie:

- Beschaouch A. 1967 Municipium Iulium Aurelium Mustitanum, *Les cahiers de Tunisie* 15, 85–102, pls I–II.
- Beschaouch A. 1968 *Mustitana. Recueil des nouvelles inscriptions latines de Mustis*, Paris.
- Beschaouch A. 2005 Un témoignage sur la prospérité de l'Afrique proconsulaire au milieu du IV<sup>e</sup> siècle: le *forum transitorium* aménagé à Mustis sous Magnence et Décence, *Comptes Rendus des séances de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres* 149(3), 1071–1084.
- Beschaouch A. 2014 Municipium Iulium Aurelium Mustitanum: de Tibère à Marc Aurèle, l'histoire municipale de Mustis, cité romaine de Tunisie, *Comptes Rendus des séances de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres* 158(4), 1583–1594.
- Breiner S. 1999 *Applications manual for Portable Magnetometers*, San Jose.
- Ferchiou N. 1985 L'arc de Gordien III à Mustis (Le Krib) – Tunisie, *Africa romana* IX, 95–140.
- Ferchiou N. 1986 Niveaux numides découverts à Mustis, *Revue des études phéniciennes-puniques et des antiquités libyques* II, 277–288.
- Ferchiou N. 1993 L'arc double à trois baies de Mustis, *Africa romana* XI–XII, 1992–1993, 277–363.
- Hesse A. 1978 *Manuel de prospection géophysique appliquée à la reconnaissance archéologique*, Centre de recherche sur les techniques gréco-romaines, Dijon.

- Misiewicz K., Herbich T., Mucha L. 1998 The „ARA” resistivity meter and its application, (in:) H. von der Osten-Woldenburg (ed.), *Unsichtbares Sichtbarmachen, Prospektionmethoden in der Archäologie*, Stuttgart, 127–131.
- Przeniosło J., Iciek A., Jagodziński A., Kolendo J. 1974 *Carthage. Cirque – Colline dite de Junon – Douar Chott. Recherches archéologiques et géophysiques polonaises effectuées en 1972*, Wrocław.
- Schmidt M.G. 2008 Walking in Mustis. Monumentale Versinschriften einer afrikanischen Stadt im urbanen Kontext, (in:) X. Gomez Font, C. Fernandez Martinez, J. Gomez (eds), *Literatura epigráfica: estudios dedicados a Gabriel Sanders*, Valencia, 309–321.